



⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 4010550 A1

⑯ Int. Cl. 5:
F04B 1/14

⑯ Aktenzeichen: P 40 10 550.4
⑯ Anmeldetag: 2. 4. 90
⑯ Offenlegungstag: 11. 10. 90

DE 4010550 A1

⑯ Innere Priorität: ⑯ ⑯ ⑯
05.04.89 DE 39 10 915.1

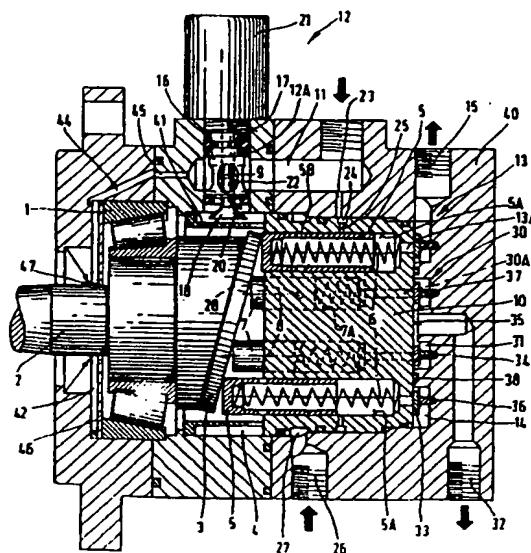
⑯ Anmelder:
Zahnradfabrik Friedrichshafen AG, 7990
Friedrichshafen, DE

⑯ Erfinder:
Reichenmiller, Michael, 7076 Waldstetten, DE

⑯ Axialkolbenpumpe

Eine Axialkolbenpumpe soll vorzugsweise zwei voneinander getrennte Ölkreise versorgen. Hierzu sind zwei Kolbensätze (6, 8) erforderlich, von denen der eine auf einem außenliegenden Kreis und der andere auf einem innenliegenden Kreis liegt. Der außenliegende Kolbensatz (6) soll regelbar sein, so daß dieser einen Hydromotor eines Kühlerlüfters beliefern kann. Der innenliegende Kolbensatz (8) soll eine Niveauregelung mit einem konstanten Ölstrom versorgen. Nach der Erfindung saugen die beiden Kolbensätze (6 und 8) über voneinander getrennte Saugbohrungen (11 und 26) Öl an. In die zum Taumelscheibenraum (4) führende Saugbohrung (11) des außenliegenden Kolbensatzes (6) ist ein elektromagnetisch betätigbares Regelventil (12) eingebaut. Damit die Kolben (5) des außenliegenden Kolbensatzes (6) bei zugeregeltem Regelventil (12) nicht trockenlaufen können, zweigt von der Saugbohrung (11) stromaufwärts des Regelventils (12) eine Konstantstrombohrung (23) ab, die über eine Ringnut (24) und Radialbohrungen (25) jeden Kolben (5) in seiner unteren Totpunktlage eine verhältnismäßig kleine Ölmenge zumäßt.

Die Kolben (7) des innenliegenden Kolbensatzes (8) erhalten das Öl über eine von der Saugbohrung (26) abzweigende Ringnut (27), die über Radialbohrungen (28) in die Zylinderräume (7A) einmünden. In der unteren Totpunktlage sind die Radialbohrungen (28) geöffnet. Auf diese Weise läßt sich jedem Kolbensatz das Drucköl getrennt ohne gegenseitige Beeinflussung zuführen. Druckkanäle (13A ...



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Axialkolbenpumpe nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Eine Axialkolbenpumpe mit einer Anzahl auf einem äußeren und einem inneren Kreis um eine Taumelscheibenachse angeordneten Kolbensätzen ist bereits aus der DE-OS 37 27 853 (Fig. 6) bekannt. Auf dem äußeren Kreis arbeiten zwei Kolben mit einem verhältnismäßig großen Hub in zugehörigen Zylinderbohrungen, welche an einen ersten Verbraucher, in vorliegendem Falle an einen Lenkungskreis, angeschlossen sind. Auf dem inneren Kreis liegen sechs weitere Kolben, die in ihren Zylinderräumen mit einem kleineren Hub arbeiten, und mit einem zweiten Verbraucher, beispielsweise einer Bremse, verbunden sind. Die beiden Kolbensätze saugen das Öl aus einem Taumelscheibenraum ein, der über eine Saugbohrung mit einem Tank Verbindung hat. Zur Einkleitung des Drucköls in die Zylinderräume sind in der unteren Totpunktage der Kolben geöffnete Radialbohrungen vorgesehen, die über Axialbohrungen an den Taumelscheibenraum anschließen. In der bekannten Anordnung strebt man an, den Lenkungskreis bei höheren Drehzahlen mit einer kleineren Ölmenge zu versorgen, weil bei höheren Fahrgeschwindigkeiten eine geringere Lenkunterstützung erforderlich ist. Auf diese Weise erhält man eine sogenannte fallende Kennlinie, die bei höheren Fahrgeschwindigkeiten für ein strafferes Lenkverhalten verantwortlich ist. Um eine bei höherer Drehzahl kleinere Ölmenge mit dem außenliegenden Kolbensatz bereitstellen zu können, liegen die Axialbohrungen des Saugsystems in einem Bereich niedrigen Saugdruckes, d. h., die an den Taumelscheibenraum angeschlossenen Axialbohrungen sind radial nach innen versetzt. Da das Ansaugöl im Taumelscheibenraum durch die Rotation eine druckmäßige Schichtung annimmt, entnimmt man also das Öl aus einem Bereich, der vom größten Durchmesser des Drehelements (Taumelscheibe) am weitesten entfernt ist.

Die Versorgung des Bremskreises durch den innenliegenden Kolbensatz erfolgt hingegen durch Axialbohrungen, die im Bereich höheren Druckes, also radial weiter außen liegen, so daß man eine bessere Kolbenfüllung erzielt. Auf diese Weise kann eine einzige Pumpe den Förderstrombedarf an zwei Verbraucher mit unterschiedlichen Betriebserfordernissen anpassen. Hierbei ist jedoch der drehzahlabhängige Regelbereich, in dem der außenliegende Kolbensatz auf die Hilfskraftlenkung arbeitet, verhältnismäßig eng. Dies bedeutet, daß die Kennlinie über einem breiten Drehzahlband nur wenig absfällt. Eine solche Charakteristik ist z. B. für Hydroantriebe, die eine große Spannbreite des Regelstromes benötigen, ungeeignet. Da die Kolbensätze beider Ölkreise aus dem gemeinsamen Taumelscheibenraum ansaugen, läßt sich eine unterschiedliche Befüllung der einzelnen Kolben, insbesondere bei höheren Drehzahlen, nicht ganz vermeiden. Dies ist auf das abwechselnde Eintauchen der Kolben in den Taumelscheibenraum zurückzuführen, wobei Druckschwingungen entstehen. Diese Druckschwingungen sind außerdem die Ursache für Geräusche.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Axialkolbenpumpe für die Versorgung von zwei voneinander unabhängigen Verbrauchern so auszustalten, daß sich der eine Kolbensatz in einem möglichst großen Regelbereich, d.h. zwischen einem Mindest- und einem Höchststrom, betreiben läßt. Außerdem sollen beide Kolbensätze in jedem Betriebszustand mit einem

gleichmäßigen Füllungsgrad arbeiten. Diese Forderungen sollen mit geringem Bauaufwand und nur unwesentlich veränderten Außenabmessungen der Pumpe verwirklicht werden.

5 Diese Aufgabe ist durch die im Anspruch 1 gekennzeichnete Axialkolbenpumpe gelöst. Zweckmäßige und vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen. Die Erfindung ist jedoch nicht auf die Merkmalskombinationen der Ansprüche beschränkt.
10 Für den Fachmann ergeben sich weitere sinnvolle Kombinationsmöglichkeiten von Ansprüchen und einzelnen Anspruchsmerkmalen aus der Aufgabenstellung.

Die Lösung der Aufgabe besteht hauptsächlich darin, daß für die Ölversorgung der beiden Kolbensätze von einander getrennte Saugbohrungen vorgesehen sind und in die Saugbohrung des einen Kolbensatzes ein den Ölzulauf bestimmendes Regelventil eingesetzt ist. Durch die aufgeteilte Zufuhr des Drucköls bereits im Saugbereich läßt sich eine nachteilige Beeinflussung der 15 Kolbensätze untereinander vermeiden. Außerdem steht im Ölkreis des einen Pumpensatzes ein Regelstrom mit großer Spannbreite zur Verfügung. Auf diese Weise kann man z. B. einen Hydromotor zum Antrieb eines Kühlertüfters, je nach Anforderung, mit einem Regelstrom von 0,3 bis 10,0 dm³/min betreiben. Die Pumpenleistung läßt sich also dem jeweils erforderlichen Kühlbedarf anpassen.

Baut man das Regelventil in die Saugbohrung des außenliegenden Kolbensatzes ein, so kann der Regelstrom unmittelbar auf die in den Taumelscheibenraum eintauchenden Kolbenfüße bzw. ihre Einlaßöffnungen gelenkt werden. Außerdem ist stromaufwärts des Regelventils eine von der Saugbohrung abzweigende, über eine Ringnut und Radialbohrungen an die Zylinderräume angeschlossene Konstantstrombohrung vorgesehen. Auf diese Weise lassen sich die Zylinderräume durch zwei verschiedene Ströme füllen, nämlich durch einen Regelstrom und einen Konstantstrom. Dies begünstigt eine gleichmäßige Aufladung und einen ruhigen Pumpenlauf. Sollte das Regelventil den Ölstrom in den Taumelscheibenraum unterbrechen, so bleibt der Konstantstrom erhalten, der jeden Zylinderraum mit der gleichen kleinen Ölmenge versorgt. Damit läßt sich ein Trockenlaufen des Regelkreises vermeiden.

45 Die Saugbohrung des innenliegenden Kolbensatzes ist an eine Ringnut angeschlossen, die über Radialbohrungen zu den einzelnen Zylinderräumen Verbindung hat. Das Zuführen des als geschieht im unteren Totpunkt der Kolben im Bereich der Kolbenstirnseiten.
50 Diese Ölverteilung hat den Vorteil der Unabhängigkeit von der Versorgung des außenliegenden Kolbensatzes. Da die von der Ringnut abgehenden Radialbohrungen zwischen den Kolben des außenliegenden Kolbensatzes liegen, ergibt sich eine raumsparende und preisgünstige 55 Anordnung. Über den innenliegenden Kolbensatz läßt sich z.B. eine Niveauregelung versorgen.

Selbstverständlich ist es auch möglich, zur Versorgung nur eines Verbrauches beispielsweise den inneren Kolbensatz fortfallen zu lassen, um nur einen Verbraucher mit einem Regelstrom und einem Konstantstrom zu betreiben.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht schließlich noch darin, daß der Förderstrom des außenliegenden und über das Regelventil versorgten Kolbensatzes drehzahlunabhängig, der innenliegende Kolbensatz dagegen drehzahlabhängig arbeitet. Eine solche Vereinigung von zwei Förderstromcharakteristiken innerhalb eines Pumpenbauteiles ist in der

wendeten Regelventil auf einfache Weise durchführen und eignet sich zum Betrieb eines Verbrauchers mit stark schwankender Förderstrommenge und einem weiteren Verbraucher mit einer fest eingestellten Förderstrom-Kennlinie bei kleinerem Ölstrom. Diese Eigenschaften lassen sich auf engstem Bauraum, ohne die Verwendung einer teureren Verstellpumpe, verwirklichen.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem in der Zeichnung dargestellten Querschnitt einer Axialkolbenpumpe für zwei getrennte Verbraucher.

Eine in einem Lager 1 abgestützte Welle 2 trägt eine Taumelscheibe 3. Die Taumelscheibe 3 dreht sich in einem Taumelscheibenraum 4. An der Taumelscheibe 3 liegen in verschiedenen Kreisebenen ein aus mehreren Kolben 5 bestehender Kolbensatz 6 und ein weiterer aus mehreren Kolben 7 bestehender Kolbensatz 8 an. Die Kolben 5 des äußeren Kolbensatzes sind in Zylinderbohrungen 5A und die Kolben 7 des innenliegenden Kolbensatzes 8 in Zylinderbohrungen 7A eines Kolbenträgers 10 geführt. Sobald die Taumelscheibe 3 dreht, versetzt diese die Kolben 5 und 7 in Hubbewegungen. Eine mit einem nicht gezeichneten Tank verbundene Saugbohrung 11 führt über ein Regelventil 12 zum ölfüllten Taumelscheibenraum 4, in welchen die Kolben 5 des außenliegenden Kolbensatzes 6 mit ihren Einlaßbohrungen 5B eintauchen. Die Kolben 5 drücken das angesaugte Öl über ein Auslaßventil 13, welches Druckkanäle 13A verschließt in einem gemeinsamen Ringkanal 14. Dieser Ringkanal 14 steht über einen Auslaß 15 mit einem einen Kühlerlüfter antreibenden Hydromotor in Verbindung.

Das Regelventil 12 sitzt in einer die Saugbohrung 11 senkrecht schneidenden Bohrung 16 und ist in einem Gewinde 17 verschraubt. Es besteht im wesentlichen aus einem Ventilegels 18, einem Ventilsitz 20 und einem mit einem Anker (nicht sichtbar) eines Elektromagnets 21 verbundenen Schaft 22. Das Regelventil 12 kann jedoch wahlweise auch mit einem hydraulischen oder mechanischen Verstellmechanismus gekoppelt sein. Das Öl strömt über Öffnungen 9 ins Innere einer den Ventilsitz 20 bildenden Buchse 12A und von dort im Bereich des Ventilegels 18 in den Taumelscheibenraum 4. Das Regelventil 12 lässt sich über ein elektronisches Schaltgerät (nicht dargestellt) in Abhängigkeit von der Kühlwasser-temperatur ansteuern. Entsprechend dem Temperatursignal steuert der Elektromagnet 21 das Sitzventil 18, 20 gegen Federkraft mehr oder weniger auf oder zu, so daß man über den veränderlichen Ölstrom eine zur Kühlwasser-temperatur proportionale Lüfterdrehzahl erhält.

Bei noch kalter Kühlwasser-temperatur ist das Sitzventil 18, 20 geschlossen. Damit bis zur ausreichenden Erwärmung des Kühlwassers kein Trockenlauf des Kolbensatzes 6 stattfinden kann, muß noch eine zweite Versorgungsmöglichkeit vorgesehen sein. Zu diesem Zweck zweigt von der Saugbohrung 11 vor dem Regelventil 12 eine Konstantstrombohrung 23 ab, die in eine Ringnut 24 mündet. Von dieser Ringnut 24 führen Radialbohrungen 25 zu jeder Zylinderbohrung 5A des Kolbensatzes 6. Im unteren Totpunkt der Kolben 5 lässt sich daher eine kleine Ölmenge einspritzen, die für eine ausreichende Schmierung der Pumpe und des Hydromotors ausreicht. Bei geöffnetem Regelventil 12 vereinigt sich die kleine Konstantstrommenge mit dem aus dem Taumelscheibenraum 4 angesaugten größeren Ölstrom in den Zylinderräumen 5A. Bei geschlossenem Regelventil 12 sichern die Radialbohrungen 25 außerdem eine gleichmäßige Teilbefüllung der Zylinderbohrungen 7A, so daß sich die Druckpulsation und damit auch die Ge-

räusche verringern.

Der innenliegende Kolbensatz 8 hat eine Saugbohrung 26 und versorgt die Niveauregelung. Durch die Trennung der Saugbohrungen 18 und 26 kann man die Ölversorgung der Niveauregelung unabhängig vom Betriebszustand des Hydromotors jederzeit aufrechterhalten. Die Saugbohrung 26 mündet in einen Ringkanal 27, von dem Radialbohrungen 28 zu den Zylinderräumen 7A der Kolben 7 abzweigen. Ordnet man die Kolben 7 auf ihrem Kreis versetzt zu dem außenliegenden Kolben 5 an, so bleibt zwischen letzterem Kolben 5 genügend Raum für das Einarbeiten der Radialbohrungen 28 in den Kolbenträger 11. Die Radialbohrungen 28 lässt man in der unteren Totpunktlage der Kolben 7 oberhalb ihrer Stirnfläche in die Zylinderräume 7A einmünden. Die Zylinderräume 7A stehen mit Druckkanälen 30A in Verbindung, die alle ein Auslaßventil 30 abdeckt. Das Auslaßventil 30 öffnet in einen Ringraum 31, der mit einem an die Niveauregelung angeschlossenen Auslaß 32 in Verbindung steht. Beide Auslaßventile 13, 30 für den Kolbensatz 6 bzw. 8 haben dieselbe Bauform und dichten mit einer Ringplatte 33 bzw. 34 gegen eine gemeinsame Dichtfläche 35 des Kolbenträgers 10. Ein in einem rückseitigen Gehäuseteil 40 abgestützter elastischer Ring 36, 37 hält die Ringplatte 33 bzw. 34 in Anlage. Beim Druckhub der Kolben 5, 7 hebt die Ringplatte 33 bzw. 34 im Bereich des zugehörigen Druckkanals 13A bzw. 30A partiell so weit von der Dichtfläche 35 ab, daß das Drucköl in den Ringkanal 14 bzw. 31 und zum zugehörigen Verbraucher abfließen kann. Die beiden Kolbensätze 6 und 8 sind durch einen O-Ring 38 gegenüber abgedichtet. Die beschriebene Anordnung der Auslaßventile 13 und 30 hat den Vorteil, daß sich die Dichtfläche 35 für beide Ölkreise am Kolbenträger 10 gleichzeitig bearbeiten läßt. Außerdem können die Ringnuten 14 und 31 sowie die zugehörigen Auslaßkanäle alle in das rückseitige Gehäuseteil 40 eingearbeitet werden.

Die Konstantstrombohrung 23 kann man vorteilhaft so groß wählen, daß die Durchtrittsmenge ausreicht, um den Hydromotor in seiner Grunddrehzahl laufen zu lassen. Durch diese Maßnahme kann das Regelventil 12 bereits früher schließen und muß in diesem Betriebszustand des Hydromotors nicht in Schwimmstellung verharren.

Durch ein konzentrisch zur Taumelscheibe 3 in den Taumelscheibenraum 4 eingesetztes, zylinderförmiges Prallblech 41 lässt sich das aus dem Regelventil 12 austretende Öl gezielt auf die Einlaßbohrungen 5B des außenliegenden Kolbensatzes 6 lenken. Diese Maßnahme bewirkt eine gute Aufladung der Kolben 5.

Da im Taumelscheibenraum 4 durch die saugseitige Regelung ein Unterdruck entstehen kann, muß eine auf der Rückseite des Lagers 1 gelegene Kammer 42 wegen des dort vorhandenen Wellendichtringes 43 druckentlastet sein. Aus diesem Grunde verbindet man vorteilhaft die Kammer 42 über Bohrungen 44 und 45 mit der Saugbohrung 11. Weiter ist ein Druckentlastungsring 46 vorgesehen, der über eine Drosselstelle 47 genügend Öl für die Lagerschmierung durchläßt.

Bezugszeichen

- 1 Lager
- 2 Welle
- 3 Taumelscheibe
- 4 Taumelscheibenraum
- 5 Kolben

5A	Zylinderbohrungen
5B	Einlaßbohrungen
6	außenliegender Kolbensatz
7	Kolben
7A	Zylinderbohrungen
8	innenliegender Kolbensatz
9	Öffnungen
10	Kolbenträger
11	Saugbohrung
12	Regelventil
12A	Buchse
13	Auslaßventil
13A	Druckkanäle
14	Ringkanal
15	Auslaßbohrung
16	Bohrung
17	Gewinde
18	Ventilkegel
19	—
20	Ventilsitz
21	Elektromagnet
22	Schaft
23	Konstantstrombohrung
24	Ringnut
25	Radialbohrungen
26	Saugbohrung
27	Ringkanal
28	Radialbohrungen
29	—
30	Auslaßventil
30A	Druckkanäle
31	Ringraum
32	Auslaßbohrung
33	Ringplatte
34	Ringplatte
35	Dichtfläche
36	gummielastischer Ring
37	gummielastischer Ring
38	O-Ring
39	—
40	rückseitiges Gehäuseteil
41	Prallblech
42	Kammer
43	Wellendichtung
44	Bohrung
45	Bohrung
46	Druckentlastungsring

Patentansprüche

1. Axialkolbenpumpe mit folgenden Merkmalen:

- Eine Taumelscheibe betätigt eine Anzahl auf einem äußeren und einem inneren Kreis um eine Taumelscheibenachse angeordnete Kolben;
- ein Taumelscheibenraum steht mit einer Saugbohrung in Verbindung;
- die Kolben saugen das Drucköl über Radialbohrungen an ihrer der Taumelscheibe abgewandten Stirnfläche an;
- der auf dem äußeren Kreis angeordnete Kolbensatz fördert das Öl über Auslaßventile zu einem ersten Verbraucher;
- der auf dem inneren Kreis liegende Kolbensatz fördert eine verhältnismäßig kleine Ölmenge über Auslaßventile zu einem zweiten Verbraucher, dadurch gekennzeichnet, daß
- für die Ölversorgung der beiden Kolbensät-

ze (6, 8) voneinander getrennte Saugbohrungen (11 bzw. 26) vorgesehen sind und
— in der Saugbohrung (11) des einen Kolbensatzes (6) ein den Ölzulauf bestimmendes Regelventil (12) eingesetzt ist.

2. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- Das Regelventil (12) sitzt in der Saugbohrung (11) des außenliegenden Kolbensatzes (6);
- stromaufwärts des Regelventils (12) zweigt von der Saugbohrung (11) eine unmittelbar mit Zylinderräumen (5A) dieses Kolbensatzes (6) verbindbare Konstantstrombohrung (23) ab, so daß
- in der Saugbohrung eine Stromteilung in einen Regelstrom und in einen Konstantstrom erfolgt.

3. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der außenliegende Kolbensatz (6) einen Hydromotor (z.B. eines Kühlerlüfters) mit schwankendem Förderstrom und der innenliegende Kolbensatz (8) z.B. eine Niveauregelung mit nahezu gleichbleibendem kleinerem Förderstrom versorgt.

4. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- Der Regelstrom fließt aus dem Taumelscheibenraum (4) über in der Nähe des der Taumelscheibe (3) zugewandten Kolbenfußes vorgesehene Einlaßöffnungen (5B) in den zugehörigen Kolbenraum 5A und
- die Konstantstrombohrung (23) mündet in eine Ringnut (24) ein, von der Bohrungen (25) abzweigen, die unmittelbar an der Kolbenstirnseite zu den Zylinderräumen (5A) führen.

5. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Saugbohrung (26) des innenliegenden Kolbensatzes (8) an eine Ringnut (27) angeschlossen ist, die über Radialbohrungen (28) im Bereich der Kolbenstirnseite in die zugehörigen Zylinderräume (7A) einmünden.

6. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- Das Auslaßventil (13, 30) des außen- und des innenliegenden Kolbensatzes (6 bzw. 8) dichtet gegen eine gemeinsame Dichtfläche (35) und
- als Auslaßventil (13, 30) sieht man ringförmige Dichtscheiben (33, 34) mit gummielastischen Andrückringen (36 bzw. 37) vor.

7. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslaßventile (13, 30) in Ringnuten (14 bzw. 31) liegen und die Ringnuten und Auslaßbohrungen (15, 32) in einen Gehäusedeckel (40) eingearbeitet sind.

8. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das in der Saugbohrung (11) sitzende Regelventil (12) durch einen Elektromagnet (21) betätigbar ist.

9. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in den Taumelscheibenraum (4) ein zylindrisches, konzentrisch zur Taumelscheibe (3) verlaufendes Prallblech (41) eingesetzt ist, welches das am Regelventil (12) einströmende Öl auf die in der Nähe des Kolbenfußes befindlichen Einlaßöffnungen (5B) des außenliegenden Kolbensatzes (6) leitet.

10. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 2, gekenn-

zeichnet durch folgende Merkmale:

- Eine zwischen einem Lager (1) und einem Wellendichtring (43) gelegene Kammer (42) steht über Bohrungen (44 und 45) mit der Saugbohrung (11) in Verbindung und
- in die Kammer (42) ist eine Drosselstelle (47) bildender Entlastungsring (46) eingebaut.

11. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Konstantstrombohrung (23) bei geschlossenem Regelventil (12) in ihrem Querschnitt auf die Grunddrehzahl eines Hydro-motors abgestimmt ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

